

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 01-131521

(43)Date of publication of application : 24.05.1989

(51)Int.Cl.

G02B 27/64  
F16F 15/02

(21)Application number : 63-263821

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 19.10.1988

(72)Inventor : FURANSOWA BUAZE

(30)Priority

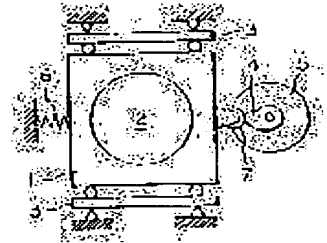
Priority number : 87 4094 Priority date : 19.10.1987 Priority country : CH

## (54) VIBRATIONPROOFING DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To prevent failure of a correcting optical means in following up the driving acceleration of a driving means which drives a correcting optical system for preventing an image blur and the consequent infeasibility of a vibrationproofing action by controlling the driving acceleration of the driving means in such a manner that the driving acceleration of the driving means does not exceeds the follow-up threshold acceleration of the correcting optical means at which said means can follow up the driving means.

CONSTITUTION: The direction and quantity of the blur are detected when the blur arises in a camera. The correcting optical system 2 is then displaced by a cam 4 in the direction where the image blur is negated, i.e., in the direction opposite to the direction of the image blur within the plane perpendicular to the photographing optical axis according to the direction and quantity of the blur. A moving part 1 instantaneously detaches from the cam 4 and falls into an uncontrollable state when the acceleration transmitted from a motor 5 to the cam 4 exceeds the follow-up threshold of the moving part 1 to the cam 4 by a pressurizing spring 6. The acceleration of the motor 5 driving the cam 4 is so limited as not to exceed the follow-up threshold of the moving part 1 to the cam 4 by the spring 6 in order to prevent such state. The failure of the correcting optical means in following up the driving acceleration of the driving means and the consequent infeasibility of the vibrationproofing action are thereby obviated.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

## ⑫ 公開特許公報(A)

平1-131521

⑬ Int. Cl.<sup>4</sup>G 02 B 27/64  
F 16 F 15/02

識別記号

庁内整理番号

8106-2H  
6581-3J

⑭ 公開 平成1年(1989)5月24日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全8頁)

⑮ 発明の名称 防振装置

⑯ 特 願 昭63-263821

⑰ 出 願 昭63(1988)10月19日

優先権主張 ⑱ 1987年10月19日 ⑲ スイス(CH) ⑳ 4094/87-0

㉑ 発 明 者 フランソワ ヴアゼ スイス国, 1003 ローザンヌ, リュ アルデイマン 16  
㉒ 出 願 人 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
㉓ 代 理 人 弁理士 岡部 正夫 外6名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称 防振装置

## 2. 特許請求の範囲

像ぶれを防止する為の補正光学手段と、該補正光学手段を駆動する為の駆動手段と、該駆動手段の駆動加速度が上記補正光学手段の該駆動手段に追従できる追従限界加速度を越えないように該駆動手段の駆動加速度を規制する為の規制手段とを備えた防振装置。

## 3. 発明の詳細な説明

## 〔産業上の利用分野〕

本発明は、カメラ等の光学機器が手ぶれ等によって振動し、結像面で像がぶれてしまうのを防止する防振装置に関するものである。

## 〔従来の技術〕

上述の様な防振装置としては、例えば本出願人が既にUS Ser No 085,731として出願している如きものがあげられる。この装置は、像ぶれを補正する為の補正光学系を撮影光軸に略垂直な面内で結像面上での像ぶれを打ち消す方向、即ち像ぶれの方向とは反対方向に変位させて結像面上の像がぶれないようにするものである。その為に上記装置では、それぞれ1つの自由度を有する2つの平行四辺形リンクを、それらの自由度が上記撮影光軸に略垂直な面内で互いに垂直方向となるように直列に連結してその先端にて上記補正光学系を保持し、以て該補正光学系が撮影光軸に略垂直な面内で結像面上の像がぶれる方向とは反対の方向に変位可能となるようにすると共に、上記平行四

辺形棒をそれぞれカムに弾性的に押し付け、ぶれの方向とは反対方向に補正光学系を変位させるようにこのカムをモータで駆動することにより結像面での像ぶれを防止するようにしている。

ところが、像ぶれを防止しようとする対象の光学機器があまり大きな振動加速度を有すると、それに追従しようとする上記補正光学系を駆動する為のモータ及びカムの動きに対して上記補正光学系が追従しきれなくなり、防振作用を行えなくなるといった問題があった。

#### 〔発明の目的〕

本発明は以上の事情に鑑み為されたもので、像ぶれを防止する為の補正光学手段と、該補正光学手段を駆動する為の駆動手段と、該駆動手段の駆動加速度が上記補正光学手段の該駆動手段に追従できる追従限界加速度を越えないように該駆動手段の駆動加速度を規制する為の規制手段とを備え、像ぶれを防止しようとする対象の光学機器が大きな振動加速度を有していても、上記補正光学手段が上記駆動手段の駆動加速度に追従しきれな

ラスした合計時間24msの間、即ち、全画面の露光が終了する為に要する時間を考慮すると300μmまで達する可能性がある。

以上の様な特性を有するぶれに対して、像ぶれ防止を効果あるものとする為には、露光時間1/60秒の間の残留振幅が20μm以内に押えられる必要がある。

又、補正光学系が補償すべき最高線速度は20mm/sであった。これによって露光時間1/60秒即ち24msの全露光時間、補正を行い得る補正光学系の最大変位は約0.5mmに決定できる。

第1図は、前述した本出願人による防振装置を本実施例の為に簡略して示した光学補償装置の構成を示すもので、ぶれの角変位を光学的に補償する1次元の要素が示されている。

第1図に於いて、2は像ぶれを補正する為の補正光学系、1は該補正光学系2を保持する可動部で、案内装置3により撮影光軸に垂直な面内で1次元の移動が案内される。4はモータ5により駆

動されて防振作用を行えなくなるといったことのない防振装置を提供しようとするものである。

#### 〔実施例〕

以下、本発明の実施例を図面を基に説明する。

以下の実施例に示す防振装置のスペックは、焦点距離300mm、開放絞りf2.8の望遠レンズを装着したカメラにて実験した、該カメラに作用するぶれの周波数、振幅、及び角速度の測定結果を基礎として決定したものを例としている。尚、上記以外の光学機器に対しても、本発明の手法が同様に適用できることは言うまでもない。

この実験は、適当な男女を抽出して行なわれた。その実験結果によると、カメラに作用するぶれの周波数帯域は1Hzから10～12Hzの間であった。露光時間1/60秒の間に結像面であるフィルム面上での像変位の平均振幅は60～80μmであり、最大振幅は200～260μmになる。この最大振幅は、カメラのシャッター幕の移動に要する時間7msを上記1/60秒の露光時間にブ

動されて可動部1を移動させるカムで、モータ5の出力軸に固定されている。6は可動部1を案内装置3によって案内される方向に沿って押圧する与圧ばねで、可動部1に設けられた37をカム4に常に当接させて、可動部1がころ7を介してカム4に従動できるようにしている。

第1図では省略されているが、実際は撮影光軸に直交する面内に於いて、図示されている機構とは直交する方向に補正光学系2を移動させる為の図示の機構と同様の要素を含んだ第2の自由度を有する機構が設けられる。これによって補正光学系2は撮影光軸に垂直な面内で、像ぶれを防止する方向に自由に移動することができる。

以上の構成により、カメラにぶれが発生すると、後述する制御構成により、そのぶれの方向及び量が検出されてカム4がモータ5により上記ぶれの方向及び量に応じて補正光学系2を撮影光軸に垂直な面内で像ぶれを打ち消す方向即ち、結像面の像ぶれの方向とは反対方向に変位させ、結像面上での像ぶれを防止する。

以下、上記機構の作動を制御する制御構成について説明するが、簡略化の為に以下の説明では第1図示の第1の自由度を有する機構に対するものみの説明にとどめ、不図示の第2の自由度を有する機構はそれと全く同じであるので説明を省略する。

第2a図は第1図の光学補償装置Sに対する入出力関係を示すもので、入力 $U_{mot}$ が第1図のモータ5に人力され、出力信号として補正光学系2の速度信号 $V_{lens}$ が出力される。

第2b図は、第1図の装置の電氣的及び機械的パラメータ全てを記号にて表わしたものである。この記号表示から、第1図の装置の伝達関数が分析される。この第2b図には、モータ5、カム4、可動部1及び、与圧ばね6の与圧力 $F_{const}$ に関する4つの部分が含まれている。直流モータ5の電気部分は、抵抗 $R$ 、インダクタンス $L$ 、モーターの起電圧 $E$ であり、機械部分として、慣性 $I$ 、摩擦 $\rho$ を含む。カム4は、トルク-力変換係数 $\delta$ と記号化される。可動部1は質量 $m$ 、与圧ば

但し、 $M_i$ 、 $M_p$ は慣性 $I$ 、摩擦 $\rho$ による内部損失トルク、 $M_\delta$ はモータ5の出力トルク、 $F_\delta$ は補正光学系2に働く駆動力を表わす。

カム4-可動部1の結合については堅固と仮定されるので、回転系(モータ5)と並進系(補正光学系2)の間の関係は

$$\begin{aligned} M_\delta &= F_\delta \cdot \delta \\ \Rightarrow \delta &= \frac{M_\delta}{F_\delta} \\ M_\delta \cdot \omega &= F_\delta \cdot V_{lens} \\ \frac{Y_{lens}}{\alpha} &= \frac{V_{lens}}{\omega} = \delta \end{aligned}$$

但し、 $Y_{lens}$ 、 $\alpha$ は各々可動部1の位置及び加速度を表わす。可動部1については

$$\begin{aligned} F_\delta &= F_m + F_k + F_\lambda + F_{const} \\ &= (s^2 m + s \lambda + k) Y_{lens} + F_{const} \end{aligned}$$

但し、 $F_m$ 、 $F_k$ 、 $F_\lambda$ は可動部1の質量 $m$ 、剛性 $k$ 、動摩擦 $\lambda$ に対応する各力を表わす。全体については

ねのばね定数 $K$ 、ばねの動摩擦 $\lambda$ 、与圧ばね6の与圧力及び電圧を表わす $F_{const}$ によって記号化されている。

これら様々のパラメータを分析することによって、直流モータ5に印加される電圧 $U_{mot}$ と力 $F_{const}$ に応じた補正光学系2の速度に関する伝達関数 $S$ を得ることができる。

第2図の記号化モデルの伝達関数は、モータ5の電気部分については：

$$\begin{aligned} M &= \psi \cdot i \\ E &= \psi \cdot \omega \\ U_{mot} - E &= R i + s L i \\ U_{mot} &= (R + s L) i + \psi \omega \end{aligned}$$

但し、 $M$ は出力トルク、 $\psi$ はトルク係数、 $i$ は電流、 $\omega$ はモータ5の出力軸の角速度、 $s$ はラプラス演算子を表わす。モータ5の機械部分については：

$$\begin{aligned} M &= M_i + M_p + M_\delta \\ &= s I \omega + \rho \cdot \omega + \delta F_\delta \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_{lens} &= \frac{F_\delta - F_{const}}{s^2 m + s \lambda + k} \\ &= \frac{\psi \delta U_{mot}(s) - F_{const}(s) \delta^2 (R + s L)}{s^2 L I_{tot} + s^2 (L p_{tot} + H I_{tot}) + s (L k \delta^2 + R p_{tot} + \psi^2) + R k \delta^2} \\ I_{tot} &= I + m \delta^2 \\ p_{tot} &= \rho + \lambda \delta^2 \end{aligned}$$

但し、添字 101 はモータ出力軸上からみたトルタルを表わす。可動部 1 の重量及び与圧ばね 6 の与圧力  $F_{const}$  が一定の値であるとする、以下の式に示す電圧  $U_{const}$  に等しい固定電圧をモータ 5 に与えることによって、これらを相殺することができる：

$$U_{const} = F_{const} \cdot \frac{\delta R}{\psi}$$

$F_{const}$  の相殺に加えて、光学補償装置 S の動特性を示す伝達関数  $S(s)$  は防振に有効な周波数領域において次の様に単純化できる：

$$S(s) = \frac{\text{到達速度}}{U_{mot}} = \frac{s \psi \delta}{s^2 R I_{tot} + s \psi^2 + R k \delta^2}$$

第 4 a 図は、この単純化モデルの動特性を示すもので、パラメータ  $P_{s1}$ 、 $P_{s2}$  及び  $S_{const}$  は以下のように定義される：

$$P_{s1} = \frac{\psi^2}{2 R I_{tot}} - \sqrt{\frac{\psi^4}{4 R^2 I_{tot}^2} - \frac{k \delta^2}{I_{tot}}}$$

検出し、これを角加速度に比例する信号  $\gamma$  として出力する。次にこの信号  $\gamma$  は、加速度—速度コンバータ  $a/v$  によって積分され、角速度特性の信号  $U_v$  に変換されて信号減衰器  $V_r$  に入力される。信号減衰器  $U_r$  では、後述する様にカム 4 が終端位置に近づくにつれて信号  $U_v$  を弱めるようにして、モータ 5 がカム 4 を終端位置を越した位置まで移動させてしまい、それによって補正光学系 2 が大きな像ぶれを生じさせてしまうことがないようにしている。

信号減衰器  $V_r$  以降の回路は閉ループを構成しており、信号減衰器  $V_r$  からの出力は電子補償回路 C に送られる。電子補償回路 C では、モータ 5 により駆動される可動部 1 の速度  $V_{1,00}$  がモータ 5 に供給される電圧  $U_{mot}$  に比例する周波数域を第 4 b 図に示される理想的な伝達関数として像ぶれ防止に必要な周波数帯域となるように選別し、広げる作用をする。すなわち電子補償回路 C は第 6 図に示されるように伝達関数のゼロが光学補償装置 S の極  $P_{s1}$  と  $P_{s2}$  に対応するようにする。電

$$P_{s2} = \frac{\psi^2}{2 R I_{tot}} + \sqrt{\frac{\psi^4}{4 R^2 I_{tot}^2} - \frac{k \delta^2}{I_{tot}}}$$

$$S_{const} = \frac{\psi}{k \delta R} \cdot P_{s1}$$

第 4 a 図からわかるように、低周波数域においては、モータ 5 に印加される電圧  $U_{mot}$  は基本的に可動部 1 の変位に比例し、高周波数域においては、可動部 1 の加速度に比例する。これら両周波数の間では、電圧  $U_{mot}$  は可動部 1 の速度に比例する。

この電圧  $U_{mot}$  が可動部 1 の速度に比例する周波数領域を、像ぶれ防止に必要な 1 ~ 10 (Hz) の周波数間隔に広げることで、第 3 図に示す様な速度による自動制御系を実現することができる。以下、第 3 図のブロック図を用いてさらに詳細に説明する。

第 3 図に於いて、A c c は加速度計で、ファインダを覗いて構図を決めている時やフィルム露光の際に、カメラに作用する手ぶれ等のぶれ状態を

子補償回路 C の詳細を第 5 図に示す。

第 3 図に示されるように電子補償回路 C からの供給電圧  $U_{mot}$  は光学補償装置 S のモータ 5 に送られ、モータ 5 はカム 4 によって補正光学系 2 を撮影光軸に垂直な面内で結像面に於ける像ぶれの方向とは反対方向に変位させて結像面での像ぶれを防止する。

一方、補正光学系 2 の変位が可動部 1 の位置  $Y_{1,00}$  として高精度微分測定を実行するブロック M によって検出される。ブロック M ではこの検出結果を微分し、可動部 1 の速度  $V_{1,00}$  に比例する信号  $U_{1,00}$  を出力する。この信号  $U_{1,00}$  は、PID フィルタに送られ、カメラに作用するぶれの速度信号  $U_v$  と可動部 1 の速度信号  $U_{1,00}$  の間の誤差信号  $U_{diff}$  を増幅して信号  $U_{corr}$  とし、電子補償回路 C の手前に再注入される。

この閉ループ制御は、カメラに作用する振動を光学的に安定化させる役割を果たす。つまり、該制御は、カメラに作用するぶれの振動速度  $\Omega_{0,corr}$  と、可動部 1 に固定された補正光学系 2

の速度 $\Omega_{1000}$ の誤差から生じる位置的なずれ即ち、残留像ぶれ量を最小となるように制御することを目的としている。

つまり、この閉ループ制御は、速度に基づいて機能し、速度誤差が可能な限り小さくなるまで、速度修正信号を発生させる。尚、ここで提案したPIDフィルタの代わりに、状態変数用レギュレータ、デジタル制御又は位置自動制御を用いることもできる。

第7図はPIDフィルタの回路図を示している。可動部1の速度とカメラに作用するぶれの速度の間の差特性である電圧 $U_{diff}$ は、このフィルタで増幅されて修正電圧 $U_{corr}$ となる。第7図に於いてスイッチINは、カム4を中立位置である初期位置に戻す為のセンタリング操作に際して一定時間出力されるロジック信号centにより開閉を制御される。このセンタリング操作については後述する。このスイッチINは、このセンタリング操作が終わるまでは開放され続ける。

第8図は、周波数 $f$ に対する第7図の回路の特

界付近にあると、防振動作に際して補正光学系2がこの変位可能ゾーンの限界に突き当たって防振動作不能となる為、防振動作開始にあたってこのセンタリング操作により補正光学系2を変位可能ゾーンの真中に初期設定して、補正光学系2が変位可能ゾーンの限界に突き当たらないようにすることを目的としている。

第10図は、モジュールCEの特性を示すもので、補正光学系2の位置が閾値 $-U_{thres}$ ～ $U_{thres}$ の範囲外にある時は、補正光学系2を変位可能範囲の中心方向に一定速度にて移動させる為の一定電圧 $U_{max}$ 又は $-U_{max}$ をモータ5に印加する。一方、補正光学系2が上記閾値 $-U_{thres}$ ～ $U_{thres}$ の範囲外にある時はモータ5に印加する電圧を補正光学系2が変位可能ゾーンの真中の位置( $U_{pos} = 0$ )で平衡電圧 $U_{bal}$ となるように電圧を上記一定電圧 $U_{max}$ 又は $-U_{max}$ から平衡電圧 $U_{bal}$ に向けて変化させる。この平衡電圧 $U_{bal}$ は、カム4の中立位置でモータ5が可動部1の重量及び可動部1をカム4に

性を示している。

第3図に戻り、ブロックMからは更に、可動部1の位置 $Y_{1000}$ に比例する電圧信号 $U_{pos}$ が出力される。信号 $U_{pos}$ は第9図に詳細な電気回路が示されているセンタリングモジュールCEに送られてセンタリング操作の為の第2の閉ループを形成する。第9図に示されるように、センタリングモジュールCEに送られた信号 $U_{pos}$ は差動増幅器A<sub>1</sub>に入力され、その出力は、前述と同様のセンタリング操作に際して出力されるロジック信号centにより信号centが高レベルでサンプリングし、信号centの立下がりによってホールドするサンプルホールド回路S+Hに入力される。このロジック信号centによって、モジュールCEはセンタリング操作の間可動部1の位置を表わす信号 $U_{pos}$ の関数である電圧 $U_{comp}$ を第3図に示される様に電子補償回路Cの手前に注入し、カム4を中立位置に戻す様にモータ5を駆動して補正光学系2を変位可能ゾーンの真中に移動させる。このセンタリング操作は補正光学系2が変位可能ゾーンの限

付勢するばね6の与圧力によりもたらされる力 $F_{comp}$ と平衡状態となってその位置で停止するトルクを発生させる為のものである。

第9図に於いて、可動部1がセンタリング操作を終了すると、ロジック信号centは低レベルとなり、サンプルホールド回路S+Hは出力電圧 $U_{comp}$ を平衡電圧 $U_{bal}$ 近傍の値に固定し、可動部1の速度自動制御が機能可能になる。つまり、この時点から補正光学系1は、撮影光軸に垂直な面内で垂直な2軸方向にぶれ補正の為に移動可能になる。

第3図に於いて、ブロックNはモータ5を流れる電流を測定し出力するもので、光学補償装置Sとの間に閉ループを形成する。ブロックNから出力される電流 $i_{mes}$ は第14図に詳細が示されるように分流器を通して電位を生じ、この電位はハイパスフィルタFを通して、差動増幅器A<sub>2</sub>内へ送りこまれる。電流 $i_{mes}$ の交流部分が定められた周波数閾値を超えた周波数になった時から、上記閾値からの超過値 $U_z$ に比例する逆電圧 $U_{me}$ 。

が光学補償装置 S のモータ 5 に与えられる供給電圧  $U_{mot}$  に加えられ、これによってモータ 5 の加速度は、可動部 1 が、カム 4 から離れる限界の加速度以下に押えられる。つまりこの閉ループによる作用は、モータ 5 からカム 4 に伝達される加速度が、与圧バネ 6 による可動部 1 のカム 4 に対する追従限界を超えると、可動部 1 が瞬間的にカム 4 から離れて制御不能な状態に陥ってしまうのをこれを防止する為に与圧バネ 6 による可動部 1 のカム 4 に対する追従限界を超えないようにカム 4 を駆動するモータ 5 の加速度を制限するものである。その為に上記閉ループではモータ 5 に流れる電流  $i_{mes}$  の高い周波数成分（約 100 Hz 以上）のみをハイパスフィルタにより選択し、この電流  $i_{mes}$  に基づいてモータ 5 の所定の閾値以上の加速度を制限するようにしているがこれはこの様な高い周波数の場合、モータ 5 に流れる電流がモータ 5 の加速度に比例するからである。

〔発明の効果〕

以上説明した様に、本発明によれば、像ぶれを

防止しようとする対象の光学機器が大きな振動加速度を有していても、上記補正光学手段が上記駆動手段の駆動加速度に追従しきれなくなって防振作用を行えなくなるといったことのない防振装置が提供できるようになり、その有効性は極めて高いものである。

#### 4. 図面の簡単な説明

第 1 図は、本発明に係わる光学補償装置の駆動機構を 1 次元的に極く簡略して示した図、

第 2 a 及び 2 b 図は、第 1 図の光学補償装置に働く、機械的及び電気的パラメータを含む分析モデルを示した図、

第 3 図は、第 1 図の光学補償装置の制御系を示すブロック図、

第 4 a 図は、光学補償装置 S の周波数特性を示すグラフ、第 4 b 図は、第 3 図の回路の電子補償モジュールの周波数特性を示すグラフ、

第 5 図は、第 3 図の回路の電子補償モジュール C の具体的な回路図、

第 6 図は、第 5 図の回路の周波数特性を示すグ

ラフ、

第 7 図は、第 3 図の回路図の P I D フィルタの具体的な回路図、

第 8 図は、第 7 図の回路の周波数特性を示すグラフ、

第 9 図は、第 3 図の回路図のセンタリングモジュール C E の具体的な回路図、

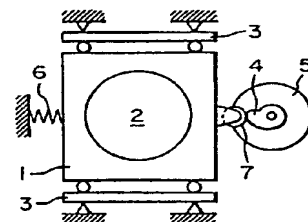
第 10 図は、第 9 図の回路の入出力特性を示すグラフ、

第 11 図は、第 3 図の回路のブロック N の具体的な回路図である。

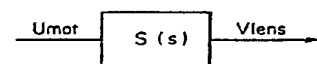
#### 主要部分の符号の説明

1 … 可動部、2 … 補正光学系、4 … カム、5 … モータ、6 … 与圧ばね、A c c … 加速度計、a / v … 加速度 - 速度コンバータ、C … 電子補償回路、S … 光学補償装置、M、N … 測定ブロック、P I D … P I D フィルタ、C E … センタリングモジュール

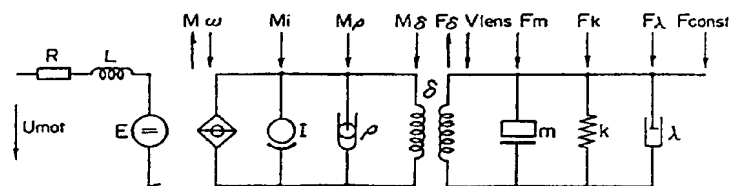
第 1 図



第 2 図 A

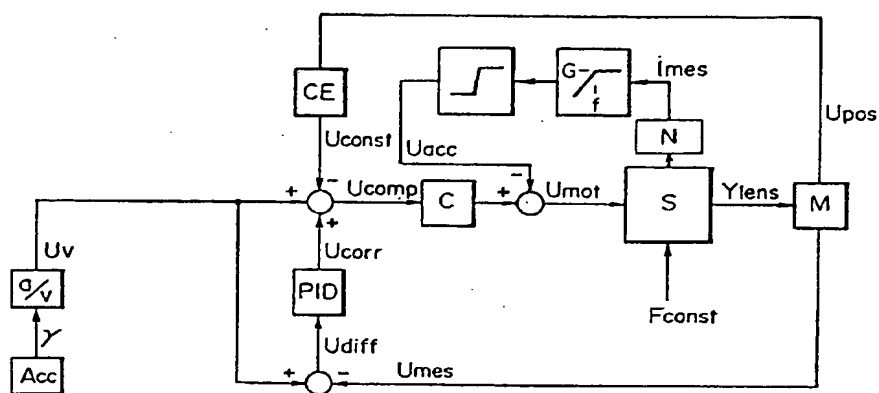


第 2 図 B



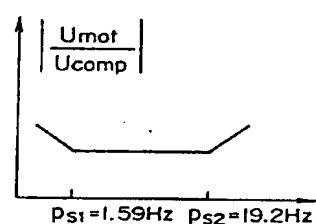
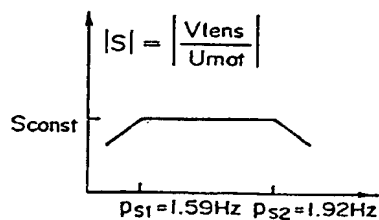


第 3 図

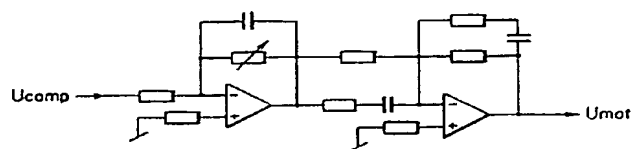


第 4 図 A

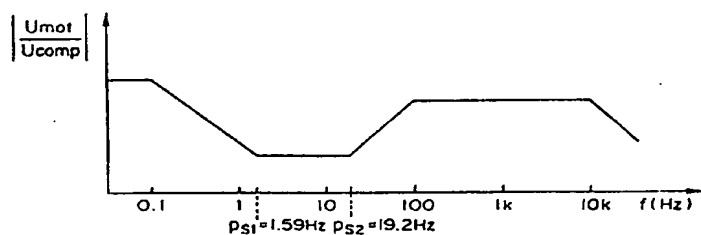
第 4 図 B



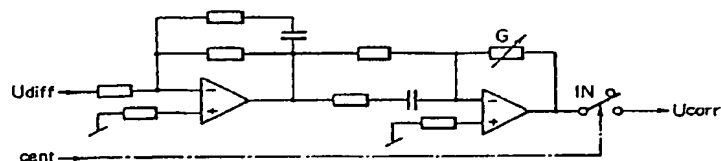
第 5 図



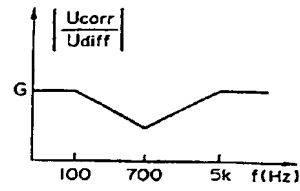
第 6 図



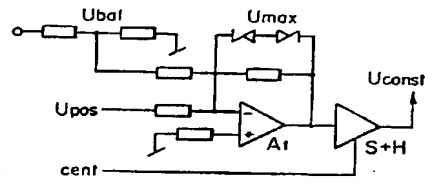
第 7 図



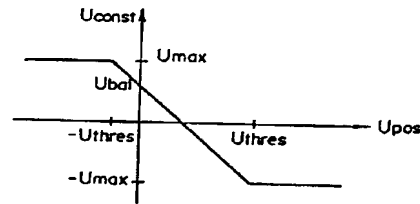
第 8 図



第 9 図



第 10 図



第 11 図

